

Análisis del riesgo de inundación mediante Sistemas de Información Geográfica en el municipio de Ibagué del departamento del Tolima

Kelly Fernanda Silva Cutiva kfsilvac@unadvirtual.edu.co

María Paula Hernández Montana Mphernandezmon@unadvirtual.edu.com

Tutor: Luis Alejandro Ospina Sánchez luisa.ospina@unad.edu.co

Resumen

En la aplicación de los sistemas de información Geográfica en el ordenamiento Agroambiental del territorio, para la identificación de riesgos de inundaciones se tomó el municipio de Ibagué como ejemplo para el desarrollo de esta investigación, el presente trabajo se llevó a cabo con el objetivo de evaluar las causas que provocan las inundaciones que afectan a la ciudad de Ibagué. El estudio tuvo un trabajo precedente de preparación desde el programa de ARGIS con una amplia búsqueda de información sobre riesgos de inundación, la implementación de técnicas de evaluación multicriterio, base de datos cartográficas, imágenes satelitales de las cuencas y microcuencas hidrográficas de la zona. La investigación facilitó el diagnóstico integral de los factores también ambientales relacionados con las inundaciones; lo cual permitió conformar propuestas de técnicas de manejo de microcuencas que drenan hacia la ciudad y las medidas para contrarrestar las inundaciones y disminuir la vulnerabilidad ante eventos de niveles altos de precipitación.

Palabras claves: Multicriterio, Análisis, Factor.

Introducción

Históricamente, a nivel mundial se han presentado inundaciones que han generado impactos negativos en la población, los cultivos, las zonas urbanas y el medio ambiente; razón por la cual, en los últimos años, se ha despertado un mayor interés en desarrollo de estrategias que permitan la generación de medidas de prevención y planes de contingencia ante las consecuencias del desastre natural.

Según el consolidado de atención de emergencias de la unidad nacional para la

gestión del riesgo de desastres (UNGRD, 2020) y el inventario histórico nacional de desastres (Corporación OSSO, 2019–2004); en Colombia las inundaciones es el desastre natural con mayor frecuencia en el país desde el siglo XX, ya que representa el 30% de los 67789 eventos registrados entre el 15 de noviembre de 1914 y el 31 de diciembre de 2019.

Luego de experimentar un evento de inundación, la población se enfrenta a un alto riesgo para la salud, tal como lo indica un artículo publicado por National Geographic (2024), en el que señala que se puede contraer enfermedades e infecciones debido al contacto

con agua contaminada y empozamiento de esta, tales como: Leptospirosis, tétanos, hepatitis A, enfermedades diarreicas agudas, piojos y sarna, enfermedades causadas por mosquitos y enfermedades parasitarias.

El análisis del riesgo de inundaciones es fundamental para la gestión de desastres y planificación urbana, por ello; diversas instituciones y entes gubernamentales, realiza monitoreos, que permita recopilar información para el análisis del riesgo, una de dichas instituciones es el IDEAM (2020), que diariamente durante todo el año, realiza en tiempo real un seguimiento al comportamiento hidrológico de los ríos más importantes del país y ha implementado un sistema operacional de pronóstico hidrológico para Colombia, en la cual se gestiona los procesos de modelación hidrológica, hidráulica y estadística (IDEAM,20220); obteniendo de esta manera información crucial para la generación de boletines hidrológicos diarios que permiten comunicar a la población los niveles de alerta según las condiciones de las fuentes hídricas, con el fin; de prevenir y/o mitigar los impactos generados ante una posible inundación.

En este contexto, el método de análisis multicriterio es una herramienta crucial en el estudio del riesgo de inundaciones, ya que; permite identificar áreas vulnerables, teniendo en cuenta la evaluación y ponderación de diversos factores que influyen en el riesgo de inundación.

En el presente trabajo se implementa el método de análisis multicriterio para evaluar los niveles de riesgos de inundación que se generaron en el mes de abril de 2024 en el municipio de Ibagué, teniendo en cuenta el factor de modelo de

elevación digital DEM, las pendientes, la cobertura de tierra (Land Cover), la precipitación y la distancia entre drenajes; los datos espaciales de dichos criterios analizados, se integraron en el sistema de información geográfica ArcGIS Pro, con el objetivo de generar una simulación del escenario de inundación.

Objetivo general

Determinar los niveles de riesgo de inundaciones en el municipio de Ibagué mediante métodos de análisis multicriterio dispuesto en sistemas de información geográfica.

Específicos Específicos

Determinar las áreas con alto riesgo de inundación en el municipio de Ibagué.

Determinar las áreas con mediano riesgo de inundación en el municipio de Ibagué.

Determinar las áreas con bajo riesgo de inundación en el municipio de Ibagué.

Interpretar los resultados obtenidos del área de influencia de inundación que se ve reflejada en el municipio.

Identificación del caso de estudio

La alcaldía de Ibagué (s.f) indica que “la ciudad Capital del departamento del Tolima está localizada a 1285 metros sobre el nivel del mar con una temperatura media de 21°C. Su área municipal cubre 1498 Km² los cuales se distribuyen en una zona montañosa que se extiende por la cordillera central y una amplia zona plana conocida como la meseta de Ibagué”.

La alcaldía de Ibagué (S.f) señala que el área municipal de Ibagué se encuentra regada por diversas fuentes hídricas, dentro de ellas, los ríos Alvarado, Cocora, Coello, Toche y Tohecito, Además de ello; la ciudad se tiende desde las cumbres nevadas de la cordillera central hasta las vecindades del río Magdalena.

Ibagué, tiene un clima tropical y tiene una cantidad significativa de lluvia durante el mes de abril. Según weatherspark (s,f). “El mes con más días mojados en Ibagué es abril, con un promedio de 22,4 días con por lo menos 1 milímetro de precipitación”.

Metodología

En el presente estudio se implementó métodos de análisis multicriterio, con el fin; de analizar el riesgo de inundación que se presentó durante el mes de abril de 2024 en la ciudad de Ibagué.

Figura 1.

Proceso de análisis multicriterio aplicado en ArcGIS pro.



Nota. La imagen muestra el proceso realizado en ArcGIS Pro para obtener el mapa de riesgo de inundaciones mediante un análisis multicriterio. Fuente: autoría propia, 2024.

A continuación, se presenta los criterios de análisis que se tuvieron en cuenta para evaluar el riesgo inundación:

Tabla 1.

Criterios de análisis para riesgo de inundación.

Factor	porcentaje
Modelo de elevación digital DEM	10%
pendientes	15%
cobertura de tierras (Land Cover)	10%
precipitación	35%
Distancia entre drenajes	30%
total	100%

Nota: Esta tabla muestra los cinco factores del análisis de riesgo de inundación y su porcentaje de influencia para aplicar en un modelo multicriterio. Fuente: UNAD (2024).

CARGUE DE CAPAS

La capa de cada uno de los criterios mencionados, se descargaron de proyectos anteriores, del geoportal del IGAC y del IDEAM y se cargaron al proyecto mediante la opción “agregar datos” y “examinar.

En cuanto a las capas que se cargaron de proyectos anteriores, está la del modelo de elevación digital DEM del municipio y la de las pendientes, la del DEM se descargó del geoportal USGS (Servicio Geológico de Estados Unidos), se le realizó una extracción por máscara y el de las pendientes fue generada luego del geoproceto “curvas de nivel” y pendientes realizados a la capa del DEM del municipio.

Por otro lado; la capa de precipitación fue descargada desde el IDEAM, a la capa de cobertura de suelo descargada desde el geoportal del IGAC, se le aplica el geoproceto de disolver el campo nivel_2 y se convierte de polígono a ráster y la capa de distancia entre drenajes se geoproceta hasta obtener el ráster

de flujo de acumulación, se reclasifica y se aplica la herramienta “distancia “euclidiana”.

MODELACION DE RIESGO POR INUNDACION

Posteriormente, se realiza una reclasificación a cada una de las capas de los criterios teniendo en cuenta la siguiente tabla:

Tabla 2.

Estimación de clasificación cualitativa y cuantitativa.

Clasificación cualitativa	Valores
Riesgo muy bajo	2
Riesgo bajo	4
Riesgo medio	6
Riesgo alto	8
Riesgo muy alto	10

Nota: Esta tabla muestra la relación de la descripción cualitativa del riesgo con su valor numérico correspondiente. *Fuente:* UNAD (2024).

La capa del DEM del municipio, pendientes y la distancia de drenajes tienen la reclasificación en valores en orden descendente (10,8,6,4 y 2), por el contrario; la capa de precipitaciones se reclasifica en orden ascendente (2,4,6,8 y 10), mientras que la capa de cobertura de suelos se ajusta teniendo en cuenta el tipo de suelo y su nivel de riesgo, de acuerdo con la siguiente tabla.

Tabla 3.

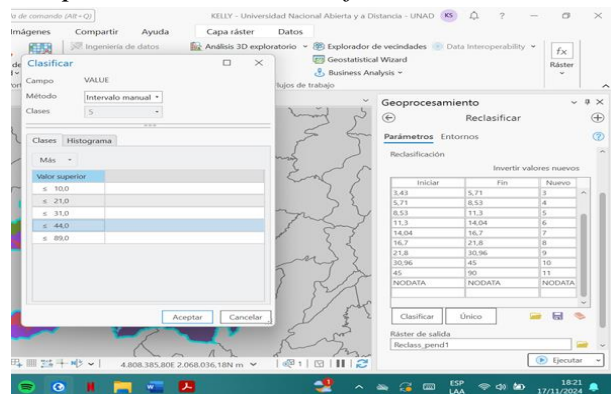
Clasificación coberturas de suelo nivel 2.

Corine Land Cover Nivel 2	Clasificación de valores
1.1. Zonas urbanizadas	6
1.2. Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	2
1.3. Zonas de extracción mineras y escombreras	4
1.4. Zonas verdes artificializadas, no agrícolas	2
2.1. Cultivos transitorios	8
2.2. Cultivos permanentes	8
2.3. Pastos	4
2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	8
3.1. Bosques	2
3.2. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	4
3.3. Áreas abiertas, sin o con poca vegetación	6
4.1. Áreas húmedas continentales	8
4.2. Áreas húmedas costeras	6
5.1. Aguas continentales	10
5.2. Aguas marítimas	6

Nota: La tabla muestra las diferentes coberturas del suelo nivel 2 y la sugerencia de clasificación de valores de riesgo. *Fuente:* UNAD (2024).

Figura 2.

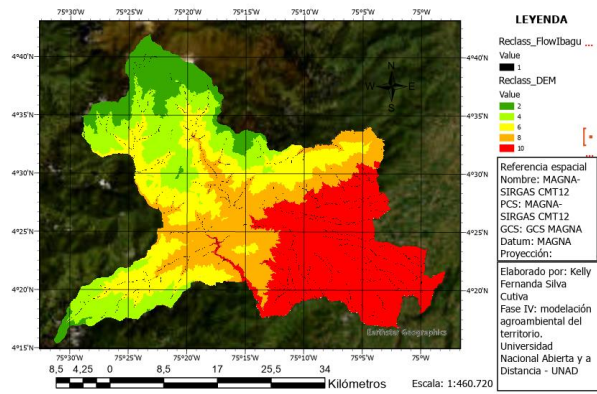
Geoprocesamiento reclasificar



Nota: En la figura se refleja la parametrización realizada para la reclasificación, la cual; varía según el criterio a analizar. *Fuente:* ArcGIS Pro.(2024). *pantallazo de proceso reclasificar [captura de pantalla].* ArcGIS Pro.

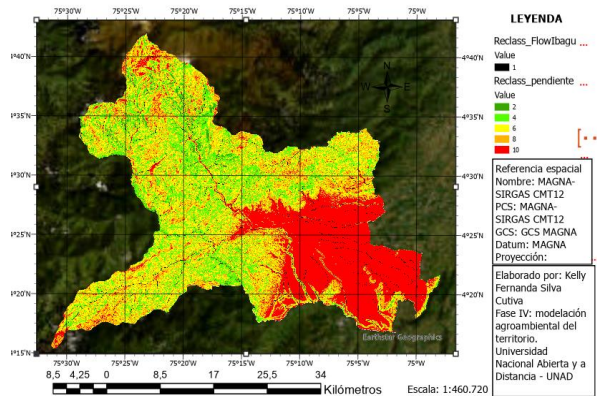
A continuación, se presenta las evidencias del resultado obtenido para cada uno de los criterios, luego de aplicar la herramienta de “reclasificar”.

Figura 3.
Reclasificación del DEM



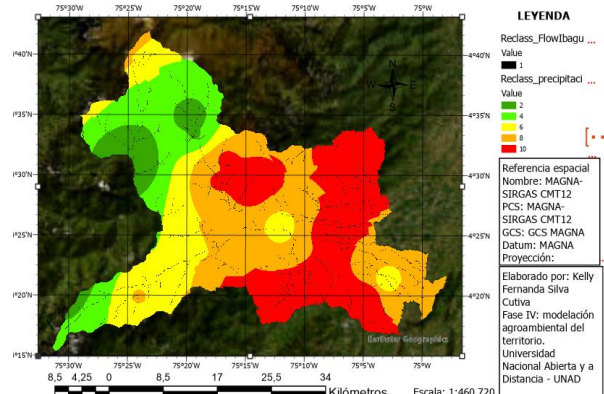
Nota: el mapa representa la reclasificación del DEM del municipio de Ibagué. *Fuente:* Autoría propia. (2024). ArcGIS Pro.

Figura 4.
Reclasificación de pendientes



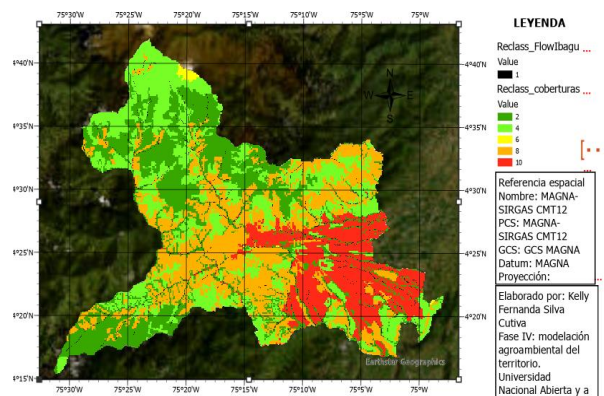
Nota: el mapa representa la reclasificación de las pendientes del municipio de Ibagué. *Fuente:* Autoría propia. (2024). ArcGIS Pro.

Figura 5.
Reclasificación precipitación



Nota: el mapa representa la reclasificación de la precipitación del municipio de Ibagué. *Fuente:* Autoría propia. (2024). ArcGIS Pro.

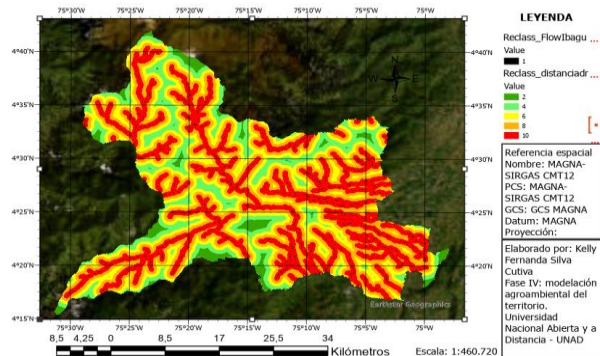
Figura 6.
Reclasificación de cobertura de suelo



Nota: el mapa representa la reclasificación de la precipitación del municipio de Ibagué. *Fuente:* Autoría propia. (2024). ArcGIS Pro.

Figura 7.

Reclasificación de distancia de drenajes

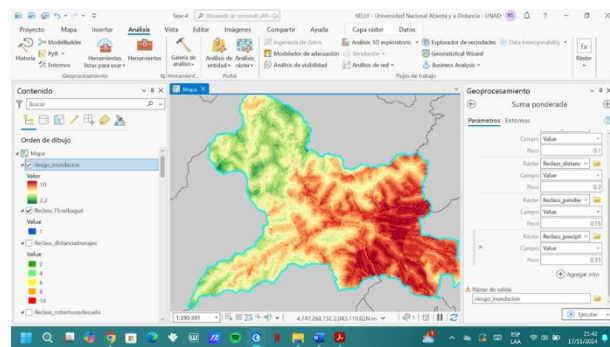


Nota: el mapa representa la reclasificación del DEM del municipio de Ibagué. *Fuente:* Autoría propia. (2024). ArcGIS Pro.

Luego se genera el mapa a partir de la suma ponderada, de acuerdo con la distribución de porcentajes para cada factor sugeridos en la tabla 1.

Figura 8.

Suma ponderada



Nota: el mapa representa el proceso de suma ponderada de los criterios de análisis del riesgo de inundación. *Fuente:* Autoría propia. (2024). ArcGIS Pro.

Se realiza la reclasificación de la capa del riesgo de inundación, manteniendo los valores de 1 a 5 en la tercera columna. De acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 4.

Reclasificación de riesgo por inundación

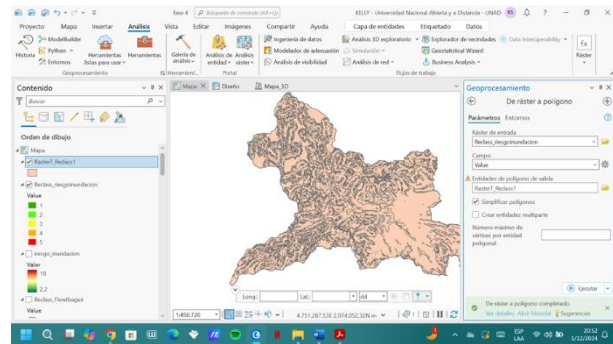
Clasificación cualitativa	Valores	Simbología
Riesgo muy bajo	1	
Riesgo bajo	2	
Riesgo medio	3	
Riesgo alto	4	
Riesgo muy alto	5	

Fuente: UNAD (2024).

Con el fin de obtener el mapa en formato vectorial, se busca el geoprocreso “De ráster a polígono”, en el ráster de entrada se ingresa la capa de riesgo de inundaciones y click en “ejecutar”.

Figura 9.

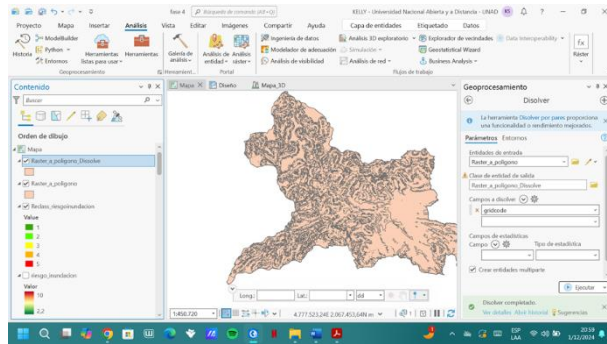
Geoprocreso de ráster a polígono



Nota: Esta imagen muestra el proceso realizado para convertir de capa ráster a vectorial. *Fuente:* Autoría propia. (2024). ArcGIS Pro.

Se requiere simplificar los 12541 datos de la tabla de atributos de capa de riesgo de inundaciones, por lo cual; se usa la herramienta “dissolver”.

Figura 10.
Geoproceso dissolve

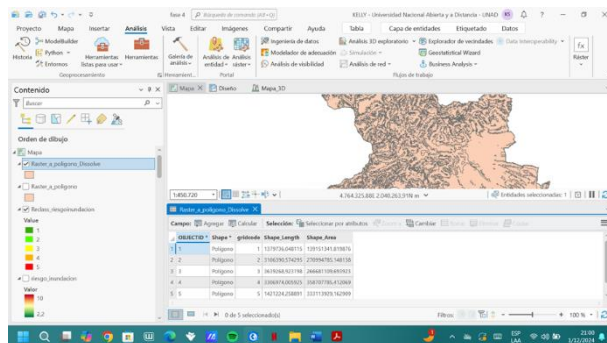


Nota: Esta imagen muestra el geoproceso dissolve realizado. *Fuente:* Autoría propia. (2024). ArcGIS Pro.

Se evidencia que los datos de la tabla de atributos pasaron de ser 12541 a tan solo 5, luego de usar el “dissolve”.

Figura 11.

Tabla de atributos de capa disuelta



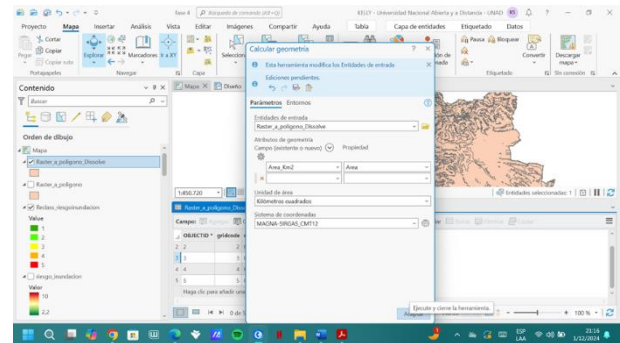
Nota: Esta imagen muestra la tabla de atributos de la capa vectorial disuelta. *Fuente:* Autoría propia. (2024). ArcGIS Pro.

Se realiza el cálculo de las áreas, dando click derecho sobre la columna “área”, “calcular geometría”, se selecciona la última capa como entidad de entrada, en “propiedad” se elige “área”, en “unidad de área” se selecciona kilómetros cuadrados, ya que; es la unidad en la que se desea calcular, se elige el sistema de coordenadas, en este caso el MAGNA-

SIRGAS-CTM12 y finalmente click en “aceptar”.

Figura 12.

Geoproceso calcular geometría

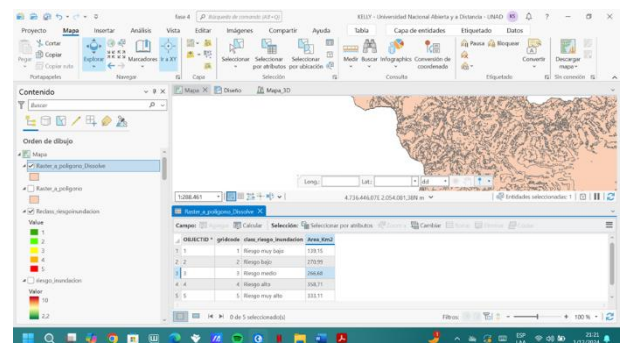


Nota: Esta imagen muestra el geoproceso realizado para calcular el área de las zonas divididas por niveles de riesgo. *Fuente:* Autoría propia. (2024). ArcGIS Pro.

Se verifica la tabla de atributos con el cálculo de área.

Figura 13.

Tabla de atributos del cálculo de áreas



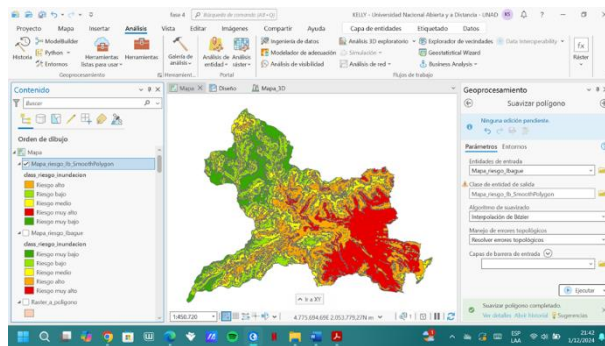
Nota: Esta imagen muestra la tabla de atributos con la nueva columna de cálculo de áreas de las diferentes zonas de riesgo. *Fuente:* Autoría propia. (2024). ArcGIS Pro.

Se configura la simbología, con los colores establecidos para la clasificación de riesgo de inundaciones y se usa la herramienta “suavizar polígono”, en entidades de entrada se elige la capa del mapa de riesgos de Ibagué, se da nombre a la capa de salida, en “algoritmo

suavizado” se elige “interpolación de Bézier”, en “manejo de errores topológicos” se elige “resolver errores topológicos” y click en “ejecutar”.

Figura 14.

Geoproceso suavizar polígono

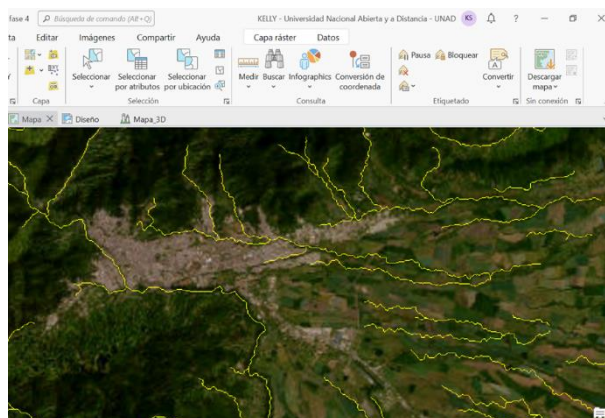


Nota: Esta imagen muestra el geoproceso realizado para calcular el área de las zonas divididas por niveles de riesgo. *Fuente:* Autoría propia. (2024). ArcGIS Pro.

Adicional a lo anterior; se desactivan todas las capas dejando solo activa la de las fuentes hídricas, en la cual se identifica una alta influencia de los drenajes y la distancia entre ellos, sobre el nivel de riesgo de inundación en la zona urbana de Ibagué.

Figura 15.

Drenajes en el caso urbano de Ibagué.



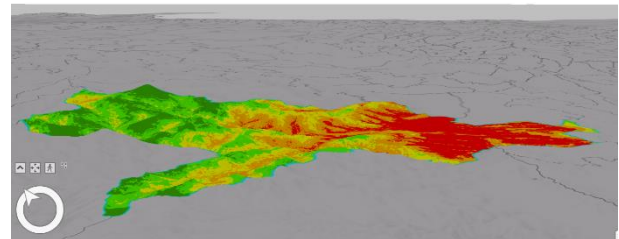
Nota: Esta imagen muestra los drenajes que pasan por la zona urbana del municipio de

Ibagué. *Fuente:* Autoría propia. (2024). ArcGIS Pro.

Finalmente se hace uso de la herramienta 3D en ArcGIS Pro, en donde se evidencia, que la zona urbana de Ibagué se encuentra en un área plana, además; la mayor parte del terreno se encuentra en color rojo, el cual simboliza el nivel más bajo de pendiente y representa un nivel 10 en la categorización del riesgo en dicho criterio, razón por la cual, en un evento de inundación hay mayor probabilidad de que el agua de la precipitación se acumule en esta zona, lo que implica un riesgo para la población.

Figura 16.

Mapa en 3D del riesgo de inundaciones de la ciudad de Ibagué.

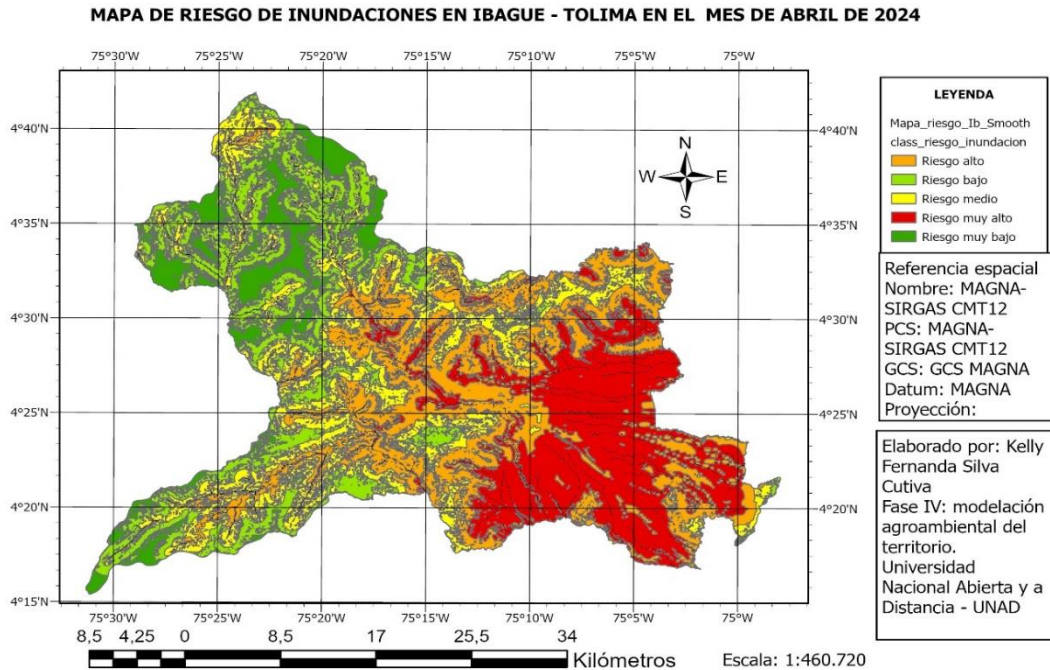


Nota: Esta imagen muestra el mapa en 3D del riesgo de inundaciones de la ciudad de Ibagué, con el fin de tener una mejor visualización. *Fuente:* Autoría propia. (2024). ArcGIS Pro.

El método de análisis multicriterio integrado en el sistema de información geográfica ArcGIS Pro permitió generar un mapa de riesgo de inundación a partir de diversos factores cruciales en la evaluación de riesgo de inundación tales como: elevación, pendientes, cobertura de suelos, distancia entre drenajes y precipitación, los cuales son necesarios para la gestión ambiental, social, agrícola, forestal etc. con el fin de mitigar los impactos generados ante una inundación significativa en Ibagué.

Resultados

Figura 17.
Mapa de riesgos de inundaciones en la ciudad de Ibagué



Nota: Esta imagen muestra el diseño del mapa de riesgo de inundaciones de la ciudad de Ibagué, con el fin de tener una mejor visualización. *Fuente:* Autoría propia. (2024). ArcGIS Pro.

Figura 18.
Distribución de los niveles de riesgo de inundación.

area en Km2 de los niveles de riesgo de inundación



Nota: En la imagen se presenta la distribución por porcentajes de los niveles de riesgo de inundación de Ibagué. *Fuente:* ArcGIS Pro. (2024).

Tabla 5.

Área de las zonas de riesgo de inundación

gridcode	clase riesgo de inundacion	Area_Km2
1	Riesgo muy bajo	139,151342
2	Riesgo bajo	270,994785
3	Riesgo medio	266,68111
4	Riesgo alto	358,707785
5	Riesgo muy alto	333,113929

Nota: la tabla presenta el área de cada uno de los riesgos de inundación. *Fuente:* autoría propia. (2024).ArcGIS Pro

Según los datos recopilados, el municipio de Ibagué presenta una clasificación cualitativa del riesgo de inundación que se define a continuación:

Distribución del Riesgo

Áreas con Mayor Riesgo:

Riesgo muy alto: 333.1139 Has (24.3%)

Riesgo alto: 358.7077 Has (26.2%)

Estas áreas son determinadas a un riesgo bajo

Áreas con Menor Riesgo:

Riesgo muy bajo: 139.151 Has (10.2%)

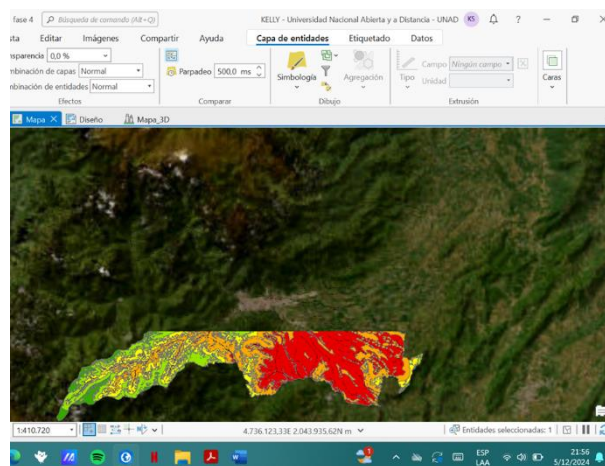
Riesgo bajo: 270.99 Has (19.8%)

Teniendo en cuenta los datos anteriores, se puede analizar que el 50,5% del área total de la ciudad de Ibagué representa un riesgo inundación de alto a muy alto, lo cual indica que existe una probabilidad considerable de que ocurra un evento de inundación en la ciudad.

Se hace uso de la herramienta “barrido”, con el fin de comparar el mapa vectorial sobre las imágenes satelitales, para una mejor visualización de los niveles de riesgo de inundación en el municipio, del cual se obtiene las siguientes imágenes interactivas.

Figura 19.

Mapa de riesgo de inundación de Ibagué con la herramienta de barrido



Nota: la imagen ilustra la interacción del barrido, en el cual se visualiza el mapa de riesgo de inundaciones sobre las imágenes satelitales del municipio de Ibagué. *Fuente:* autoría propia. (2024). ArcGIS Pro.

En la anterior imagen se evidencia que la zona urbana de Ibagué se encuentra ubicada en una zona de alta vulnerabilidad, ya que; se observa que varios drenajes se encuentran dentro del casco urbano, además que está identificada la zona en color naranja y roja representando un riesgo de alto a muy alto.

Conclusiones

Teniendo en cuenta que la ciudad tiene un 50,5% de alto a muy alto riesgo de inundación, la cual corresponde a 691,81 Km²; se concluye que Ibagué se encuentra ubicada en una zona propensa de inundaciones debido principalmente a los factores de precipitación y distancia entre drenajes, ya que son los de mayor porcentaje de influencia en el riesgo de inundación.

De acuerdo con la figura 18 se concluye que el 19,5% que corresponde a 266,68 Km² del área total de Ibagué tiene un nivel medio de riesgo de inundación, lo cual indica que casi una quinta parte del municipio se encuentra en un riesgo moderado de inundación ante escenarios de lluvias intensas y posibles desbordamientos de fuentes hídricas.

Por otro lado; se identifica que el 30% del área de Ibagué, el cual corresponde a 410,14 Km²; tiene un nivel de bajo a muy bajo riesgo de inundación, por lo cual; no enfrenta grandes consecuencias ante un evento de inundación, sin embargo; es importante implementar medidas que aumenten el porcentaje del área que presenta una baja vulnerabilidad.

Se concluye que la zona suroriental de Ibagué, presenta un nivel de riesgo de inundación de alto a muy alto; tal información se confirma en la figura 16, la cual ilustra el mapa en 3D del riesgo de inundaciones, en donde se evidencia que la zona en nivel naranja y roja, es la que menor grado de pendientes y elevación presenta, ya que; es un terreno plano, además de ello; la cabecera municipal está ubicada en una llanura aluvial; mientras que la zona noroccidental del municipio se encuentra en color verde, representando la zona de nivel bajo a muy bajo de riesgo de inundación, debido a que el suelo en dicha zona se encuentra con niveles altos de pendientes y elevación, además de ser la zona rural del municipio, lo cual representa una zona de mayor presencia de cobertura vegetal.

Recomendaciones

En este caso el ordenamiento agroambiental del territorio debe contar con un mayor respaldo por parte de los entes involucrados, con el fin de crear un programa que consista en un sistema de limpieza y mantenimiento del sistema de drenajes, canales y alcantarillado más

exhaustivo con la eliminación del aporte de los sedimentos procedentes de la inadecuada disposición de residuos sólidos, por falta de educación ambiental y cultural por parte de los ciudadanos. Por ende, desde nuestra profesión de ingeniería ambiental se propone realizar planes de concientización y estudios más exhaustivos sobre las zonas con un alto nivel de riesgo de inundaciones, con el fin de priorizar la implementación de medidas de mitigación en dichas áreas de la ciudad y realizar campañas de comunicación social que permita el involucramiento de la población en el trabajo con las autoridades locales de manera integrada y participativa.

Garzón(2015), asegura el director del Comité Regional para la Prevención de Desastres (Crepad), Eduardo Rodríguez indica que “alto riesgo representan para la comunidad de la cuenca del Combeima las 18 microcuencas del río Combeima, que en época de lluvias pueden crecer súbitamente, descargando agua, lodo, piedras y escombros sobre el afluente de 57 kilómetros de longitud y un área de 27.421 hectáreas”, además, Garzón (2015) indica que en ese año se encontraban 176 familias ubicadas en los seis centros poblados del cañón Combeima; teniendo en cuenta dicha información y el análisis realizado en este análisis, se recomienda realizar planes de reubicación de dicha población, además de restringir con mayor exigencia la construcción en dichas áreas vulnerables, teniendo en cuenta que es una zona que se encuentra en la ribera de fuentes hídricas.

Por otro lado; se recomienda implementar planes de reforestación y vegetación, especialmente en la ribera de los ríos, con el fin de prevenir la erosión del suelo y aumentar la absorción del agua lluvia, mitigando de esta manera el riesgo de inundación.

Las soluciones a las inundaciones en la ciudad de Ibagué requieren del manejo integrado de las causas que la originan, por lo que es necesario un proceso de reorganización del sistema de ordenamiento urbanístico y territorial, que incluya un programa de prevención de riesgos en las diferentes áreas de la ciudad.

Referencias bibliográficas

Alcaldía Ibagué. (s.f). Localización [página web]. Alcaldía de Ibagué.

<https://ibague.gov.co/portal/seccion/contenido/index.php?type=3&cnt=53#gsc.tab=0>

Corporación OSSO. (2020). Inventario histórico nacional de desastres. <https://www.desinventar.org/>

Efraimidou, E., Spiliotis, M. (2024). *A GIS-Based flood risk assessment using the decision-making trial and evaluation laboratory approach at a regional scale*. Environmental Process. No. 11, Article:9. <https://doi.org/10.1007/s40710-024-00683-w>

Esri. *ArcGIS Pro*. (versión 3.3.0) [software]. <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/get-started/download-arcgis-pro>

Garzón Roa, O. (01 de junio de 2015). Riesgo en el cañón del Combeima, Ibagué. *El espectador*. <https://www.elespectador.com/colombia/mas-regiones/riesgo-en-el-canon-del-combeima-ibague-article-563903/>

Gómez Blanco, Juan & Cadena, Martha Cecilia, 2017. Actualización de las estadísticas de la sequía en Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y

Estudios Ambientales – IDEAM. Subdirección de Meteorología. NOTA TÉCNICA DEL IDEAM. IDEAM–METEO/001-2018. Bogotá – Colombia.

IDEAM, 2005. Atlas Climatológico de Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. ISBN 958-8067-14-6. Bogotá, Colombia.

IDEAM.(2024). Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales. *Capa ráster de precipitación de Ibagué en el mes de abril*. [Mapa]. Instituto de hidrología meteorología y estudios ambientales.

Instituto geográfico Agustín Codazzi. (2024). *Mapa de Cobertura de la Tierra. Adaptación Corine Land Cover. República de Colombia. Escala 1:100.000. Periodo 2018*. [Mapa]. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. <https://www.colombiaenmapas.gov.co/>

Programa para el medio ambiente ONU. (2022). *Como pueden los países afrontar mejor los riesgos por inundaciones*. <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/como-pueden-los-paises-afrontar-mejor-los-riesgos-por-inundaciones>

National Geographic (2024). Las 7 enfermedades graves que pueden provocar las inundaciones. National Geographic. <https://www.nationalgeographic.com/medio-ambiente/2024/05/las-7->

[enfermedades-graves-que-pueden-provocar-las-inundaciones](#)

Unidad Nacional para la gestión del riesgo de desastres UNGRD .(2020). *Cual es el riesgo por inundaciones en Colombia.*
<https://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/Noticias/2020/Cual-es-el-riesgo-por-inundaciones-en-Colombia.aspx#:~:text=%C2%BFsabe%20si%20Colombia%20tiene%20amenaza,el%2031%20%25%20del%20%C3%A1rea%20total.>

weatherspark (s.f). El clima y el tiempo promedio en todo el año en Ibagué Colombia.
<https://es.weatherspark.com/y/22439/Clima-promedio-en-Ibague%C3%A9-Colombia-durante-todo-el-a%C3%B1o>

Enlace de sustentación:

<https://www.youtube.com/watch?v=BikC4P--h1A>